

## ҚАЗАҚСТАНДА КӨМІР ҚЫШҚЫЛ ГАЗЫН СЕКВЕСТРЛЕУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

**М. К. КАРАЗАНОВА**

Есенов университеті,  
Ақтау қаласы, Қазақстан  
e-mail: maral.karazhanova@yu.edu.kz

**А. Г. ГУСМАНОВА**

Есенов университеті,  
Ақтау қаласы, Қазақстан.  
e-mail: aigul.gusmanova@yu.edu.kz

**Корреспондент автор: maral.karazhanova@yu.edu.kz**

**Аңдатпа.** Көміртекті ұстау және сақтау (CCS) - атмосфераға көмірқышқыл газының шығарындыларын айтарлықтай азайтуға бағытталған климаттың өзгеруімен күресудің негізгі технологияларының бірі. Жаһандық жылыну және көміртегі ізін азайту ниеті жағдайында бұл технологияны пайдалану ерекше өзекті бола бастайды. Мақалада ел экономикасында маңызды рөл атқаратын Қазақстанның мұнай-газ саласында көміртекті ұстау және сақтау пайдалану перспективалары қарастырылған. Атап айтқанда, қазақстандық кен орындарының ерекшеліктері мен геологиялық құрылымдардың ерекшеліктерін ескере отырып, бұл технологияны енгізудің техникалық-экономикалық негізділігіне баса назар аударылады.

Мұнай өндіруді арттыру үшін қабатқа айдалатын көмірқышқыл газын пайдалануға ерекше назар аударылады, бұл мұнай өнеркәсібінде пайдаланған кезде қосымша артықшылық болуы мүмкін. Бұл процесс парниктік газдар шығарындыларын азайтып қана қоймай, мұнай өндірудің тиімділігін арттырып, оны мұнай өндірушілер үшін әлеуетті тиімді ете алады.

Әдебиеттерді егжей-тегжейлі шолу, сондай-ақ қолда бар деректерді талдау негізінде мақала Қазақстанда көміртекті ұстау және сақтау технологияларын енгізу бойынша практикалық ұсыныстарды көрсетеді. Сондай-ақ, Париж келісімі бойынша ұлттық климаттық мақсаттар мен міндеттемелерге қол жеткізу үшін осы технологиялардың әлеуетінің талдауы ұсынылған. Парниктік газдар шығарындыларын қысқартуға CCS енгізудің әсері және олардың мұнай-газ саласының ұзақ мерзімді тұрақты дамуына ықпалы туралы болжамдар берілген.

**Түйін сөздер:** жаһандық жылыну, көмірқышқыл газы, көмірқышқыл газын секвестрлеу технологиясы, мұнай өндірудің артуы, көмірсутек кен орындары

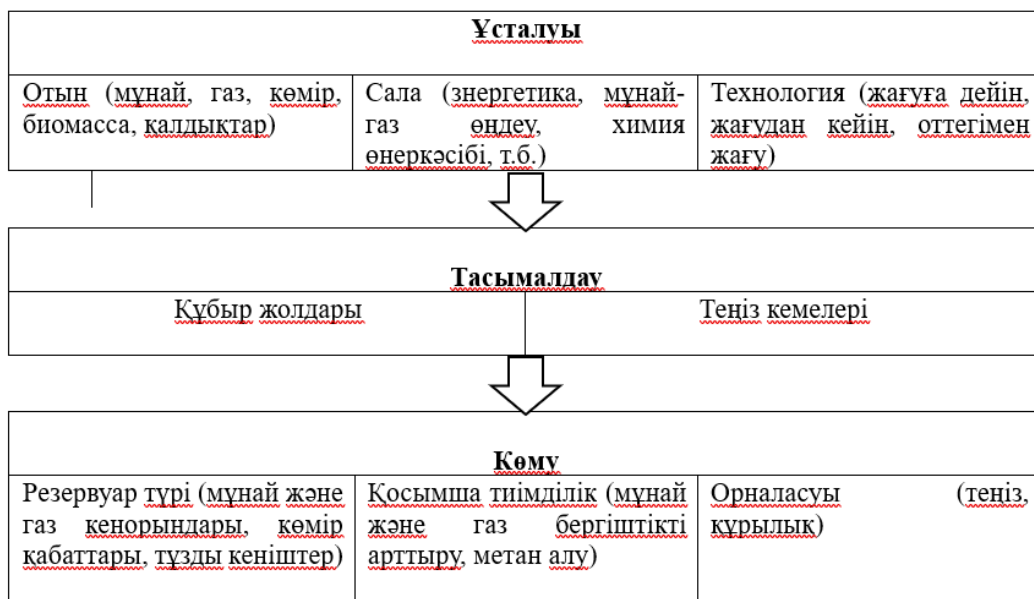
**Кіріспе.** Соңғы жылдары парниктік әсердің күшеюімен тікелей байланысты климаттың өзгеруі мәселесі өте өзекті болып отыр. Адамның іс-әрекетінің барлығы дерлік атмосфераға парниктік газдардың, негізінен көмір қышқыл газы (CO<sub>2</sub>) шығарындыларының артуына ықпал етеді. CO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту және тұрақтандыру жаһандық қоғамдастықтың ең маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Бұл мәселені шешудің әртүрлі тәсілдері бар, бірақ олардың көпшілігі, мысалы, қазбалы отынды жою және жаңартылатын энергия көздеріне көшу қазіргі уақытта өсіп келе жатқан энергия сұранысын

қанағаттандыру үшін технологиялық және экономикалық тұрғыдан жеткіліксіз. Ядролық энергетика сияқты басқа нұсқалар ұзақ мерзімді қауіпсіздік мәселелерін тудырады.

Көмір қышқыл газын секвестрациялау немесе ұстау және сақтау (CCS) - бұл шығу көздерінен CO<sub>2</sub> алу, оны тасымалдау және геологиялық құрылымдарда ұзақ уақыт сақтау процесі. Бұл процесс қазбалы отыннан жаңартылатын энергия көздеріне көшуде маңызды рөл атқарады. Экологиялық артықшылықтардан басқа, CCS мұнай мен газды өндіруді арттыру және көмір қабатындағы метанды өндіру сияқты қосымша артықшылықтар береді.

Америка Құрама Штаттары, Норвегия, Нидерланды және Австралия сияқты елдердің көмір қышқыл газын секвестрлеуде айтарлықтай зерттеу тәжірибесі бар. Мысалы, Ұлыбританияның Neptune Energy, Норвегияның Horisont Energi және Германияның E.ON компаниялары еуропалық коммерциялық көмір қышқыл газын ұстау және сақтау жобасын жүзеге асыру үшін бірігіп отыр. Үш компания Норвегиядағы Egtai CCS жобасы үшін «толық күн тізбегін» қалыптастыруды мақсат етеді. Жоба 2026 жылдан бастап жылына 4-8 миллион тонна CO<sub>2</sub> көмуге арналған, бұл нысанды кеңейту және ұзақ мерзімді перспективада көбірек көмірқышқыл газын сақтау мүмкіндігі бар. Шетелдік тәжірибені пайдалану Қазақстанда CCS технологияларын енгізуді қолдайтын және оған қарсы негізгі дәлелдерді анықтауға көмектеседі [1,2,3,4,5,6,7,8].

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** CO<sub>2</sub> секвестрлеу бірегей технология емес, өйткені үш негізгі кезеңнің әрқайсысында - ұстау, тасымалдау және жою - икемді және тиімді жүйені құру үшін бір-бірімен біріктірілуі мүмкін бірнеше ықтимал нұсқалар бар. Бұл қолданыстағы жобалардың бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленуіне әкеледі, бұл олардың техникалық-экономикалық бағалауының бірыңғай әдістерін әзірлеуді қиындатады. 1-суретте CCS әр кезеңіндегі бар нұсқалардың жалпыланған сызбасы берілген [9].



1- сурет. CCS технологиясының сызбасы

Жалпы алғанда, әлемдік дәрежеде CO<sub>2</sub> алу әдістері химия өнеркәсібінде, қара металлургияда және табиғи газды өндеуде жоғары дамыған; сутегі өндіру зауыттарында және көмірмен жұмыс істейтін электр энергиясында CO<sub>2</sub> алу үшін жеткілікті жоғары дайындық деңгейі (TRL 8-9) бар. Тасымалдау саласында CO<sub>2</sub> құбырлар арқылы тасымалдау технологиясы жақсы дамыған, теңіз арқылы CO<sub>2</sub> тасымалдауды дамыту бұл қызметке сұраныс болса көп уақытты қажет етпеуі керек және бірқатар ірі компаниялар CO<sub>2</sub> тасымалдайтын танкерлер жасауға арналған пилоттық жобаларды жариялауда. Сақтау технологияларының ішінде қабаттың мұнай бергіштігін арттыру үшін (CO<sub>2</sub>-EOR) қабатқа CO<sub>2</sub> айдау технологияларын бөліп көрсетуге болады [9].

Жоғарыда атап өтілгендей, мұнай бергіштікті арттыру (EOR) - бұл мұнай өндіру басқа жағдайда мүмкін болмайтын сарқылған мұнай кен орындарына CO<sub>2</sub> айдалатын кен таралған процесс. Кенорнын пайдалану аяқталғаннан кейін айдалған CO<sub>2</sub> барлығы іс жүзінде қабатта қалады. Таусылған мұнай және газ қабаттары CO<sub>2</sub> қоймасы ретінде пайдалану үшін тартымды ететін бірнеше сипаттамаларға ие. Біріншіден, оларда ұзақ геологиялық кезеңдерде мұнай мен газдың жиналуын жеңілдеткен тиімді жабынды тау жыныстары бар. Екіншіден, олардың кеуектілігі мен өткізгіштігі CO<sub>2</sub> айдау үшін жеткілікті. Үшінші аспект – бұл коллекторлардың геологиялық құрылымы мен физикалық қасиеттері туралы егжей-тегжейлі ақпарат барлау және өндіру кезінде жиналады, бұл қабатқа айдалатын CO<sub>2</sub> күтпеген әрекетінің қаупін азайтады. Маңызды фактор, сондай-ақ сарқылған мұнай кен орындарына CO<sub>2</sub> айдау жоғарыда аталғандай коммерциялық пайда әкеледі: кейбір аймақтарда, мысалы, АҚШ-та бұл стандартты тәжірибе болып табылады, мұнда CO<sub>2</sub> басқа жағдайда өндіру мүмкін емес мұнай өндіру үшін пайдаланылады. Дегенмен, барлық мұнай кен орындары EOR қолдану үшін жарамды емес, өйткені мұнай мен қабаттың қасиеттері белгілі бір критерийлерге сәйкес келуі керек.

***Зерттеу нәтижелері.*** Минералданған сулы горизонттар мен сарқылған газ түзілімдерінде CO<sub>2</sub> ұзақ сақтау технологияларының да мүмкіндігі жоғары. Егер CO<sub>2</sub> сақталмаса, бірақ пайдаланылса, онда қазіргі уақытта оны тыңайтқыштар өндірісінде және цемент өндірісінде қосылуы жақсы дамыған. Кез келген технологиялық процеске тән тәуекелдерге қарамастан, CCS технологияларын қолданудың басты артықшылығы қоршаған ортаға парниктік әсерді азайту және энергияның ауысуын реттеу болып табылады, өйткені CCS негізгі технологиялық процеске кедергі келтірместен өнеркәсіпті декарбонизациялауға мүмкіндік береді. CCS-тің негізгі экологиялық артықшылығы - оның атмосфераға CO<sub>2</sub> шығарындыларын азайту қабілеті, ал қазба отындары жаһандық энергия тұтынуды қамтамасыз ету үшін пайдаланыла беруде. Бұл әлеует, алайда, CO<sub>2</sub> ұсталған мөлшеріне және тасымалдау мен ұзақ мерзімді сақтау кезінде ағып кетуі мүмкін мөлшеріне (бар болса) байланысты.

Көмірді электр және жылу энергиясын өндіруге, өнеркәсіпте, сондай-ақ көмірсутекті отынмен жүретін көліктерді пайдаланудың жоғары үлесі ауаның ластануы мен климаттың өзгеруіне әсер етудің негізгі факторы болып табылады. Қазіргі уақытта Қазақстанда барлығы 225 стационарлық жану қондырғылары жұмыс істейді, олардың әрқайсысының жыл сайынғы парниктік газдар шығарындылары жылына 20 000 тоннадан астам CO<sub>2</sub> эквивалентін құрайды. Стационарлық жану көздеріне энергетика, мұнай-газ өнеркәсібі, тау-кен, металлургия, химия өнеркәсібі және құрылыс материалдарының өндірісі (цемент, әк және гипс) объектілері жатады. Қазақстандағы негізгі CO<sub>2</sub> шығарушылар - қызметі қазбалы отынға бағытталған «Самұрық-Энерго» АҚ (70%) және «ҚазМұнайГаз» ҰК» АҚ (17%) болып табылады.

CCS технологиясын жүзеге асыру үш элементке байланысты: ұстау үшін CO<sub>2</sub> шығару мөлшері; CO<sub>2</sub> тасымалдауды қолдау үшін инфрақұрылымдық жүйелер; және ұзақ мерзімді сақтауға жарамды геологиялық алаңдардың болуы. Геологиялық сақтау CO<sub>2</sub>-ны мыңдаған жылдар бойы сіңіріп, сақтай алатын тау жыныстарына айдауды қамтиды. Бұл үшін қолайлы тау жыныстары шөгінді бассейндерде, яғни жер қыртысының геологиялық уақыт кезеңдерінде шөгінді жиналған аймақтарында кездеседі. Әдетте бұл бассейндер мыңдаған шақырымға созылады. Мұндай бассейндердегі терең минералданған сулы горизонттар, сарқылған мұнай және газ кен орындары және пайдалануға жарамсыз көмір қабаттары CO<sub>2</sub> сақтау үшін тиімді болып табылады [10].

Бүгінгі күнге дейін еліміздің қойнауы әлі толық зерттелмеген, жаңа ашылымдар үшін айтарлықтай әлеует бар. Мысалы, көмірсутек саласында геологтар болжамды эквивалентті отын қоры шамамен 76 миллиард тонна болатын 15 шөгінді бассейнді анықтады, оның ішінде алдын ала бағалау бойынша 4,5 миллиард тоннаға жуығы нашар зерттелген шөгінді бассейндерде [10].

CO<sub>2</sub> сақтау әлеуетін бағалау үшін жеткілікті геологиялық деректер негізінен көмірсутекті бассейндерде шоғырланған. Қазақстанда, әсіресе мұнай бассейндерінде CCS енгізу, басқалармен қатар, қолданыстағы инфрақұрылым мен CO<sub>2</sub>-EOR әлеуетіне байланысты экономикалық тұрғыдан неғұрлым орынды және шынайы болып келеді. Жасы, геологиялық сипаттамалары, қазбалы отын әлеуеті, CO<sub>2</sub> көздеріне жақындығы және қолданыстағы инфрақұрылымның әртүрлі деңгейлері бар алты бассейн таңдалып, оның ішінде ең қолайлы төрт бассейн анықталды, оларда CO<sub>2</sub> аса критикалық күйде сақталуы мүмкін. Олар: Каспий маңы ойпаты, Маңғышлақ, Оңтүстік Торғай және Үстірт ойпаты [10].

**Қорытынды.** Көмір қышқыл газын сақтау сыйымдылығын, тұрақты геологиясын, қазбалы отынға жоғары тәуелділігін және аймақтың кең ауқымды мұнай өнеркәсібін ескере отырып, CCS технологиясы Қазақстан аймағында Париж келісімінің мақсаттарына сәйкес ауаның ластануын азайту үшін үлкен әлеуетке ие деп тұжырымдауға болады.

## ӘДЕБИЕТ

[1] Васильев Ю. Н., Цветкова А.Ю. Исследование публикаций по CCS-технологиям в ведущих российских газетах // Российский экономический интернет-журнал. 2019. №2. С. 1-10

[2] А.Ф. Мудрецов, А. Н. Павлов. Климатические проекты: новые возможности и риски эколого-экономической политики. Проблемы рыночной экономики. – 2023. – № 3. – С. 93-100.

[3] The Paris Agreement (2015), United Nations, <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> (Accessed 25.09.2023).

[4] Stavins, R. (2001), Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments, RFF Working Paper Series dp-01-58, Resources for the Future, 92 p.

[5] UN Annual Report on Climate Change for 2017 (2017), UN Climate Change, available at: <https://unfccc.int/resource/annualreport/> (Accessed 25.09.2023).

[6] Пушкарева Д.А. Международный опыт, проблемы и перспективы подземной утилизации кислых неуглеводородных газов. Вести газовой науки. 2021. № 1.

[7] Ромашева Н.В Крук М.Н Череповицын А.Е Особенности мировых проектов секвестрации CO<sub>2</sub>. Российский экономический интернет журнал. 2018. №4. С. 97–105

[8] Рогозин М.Ю, Иванченко Д.С. Чем опасен парниковый эффект. Молодой ученый. 2017. №51(185). С. 120-124

[9] Череповицын А.Е., Сидорова К. И., Смирнова Н. В. Целесообразность применения технологий секвестрации CO<sub>2</sub> в России. Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. №5, стр. 459–471

[10] Д. Исмаилова, Х. Фади, А. Хакимжан. Обзор возможностей геологического хранения для улавливания и хранения углекислого газа (CCS) в Казахстане. Engineering Journal of Satbayev University. Volume 145. 2023, Issue 4, P. 36–39

## REFERENCES

[1] Vasiliev Yu. N., Tsvetkova A. Yu. Research of publications on CCS technologies in leading Russian newspapers // Russian Economic Internet Journal. 2019. No. 2. P. 1 10

[2] A.F. Mudretsov, A.N. Pavlov. Climate projects: new opportunities and risks of environmental and economic policy. Problems of market economy. - 2023. - No. 3. - P. 93–100.

[3] The Paris Agreement (2015), United Nations, <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> (Accessed 25.09.2023).

[4] Stavins, R. (2001), Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments, RFF Working Paper Series dp-01-58, Resources for the Future, 92 p.

[5] UN Annual Report on Climate Change for 2017 (2017), UN Climate Change, available at: <https://unfccc.int/resource/annualreport/> (Accessed 25.09.2023).

[6] Pushkareva D.A. International experience, problems and prospects of underground utilization of acidic non-hydrocarbon gases. News of gas science. 2021. No. 1.

[7] Romasheva N.V. Kruk M.N. Cherepovitsyn A.E. Features of world projects of CO<sub>2</sub> sequestration. Russian economic internet journal. 2018. No. 4. P. 97–105

[8] Rogozin M.Yu., Ivanchenko D.S. Why is the greenhouse effect dangerous? Young scientist. 2017. No. 51 (185). P. 120-124

[9] Cherepovitsyn A.E., Sidorova K.I., Smirnova N.V. Feasibility of using CO<sub>2</sub> sequestration technologies in Russia. Oil and Gas Business: Electronic Scientific Journal. 2013. No. 5, pp. 459–471

[10] D. Ismailova, H. Fadi, A. Khakimzhan. A Review of Geological Storage Potential for Carbon Capture and Storage (CCS) in Kazakhstan. Engineering Journal of Satbayev University. Volume 145. 2023, Issue 4, P. 36–39

## ВОЗМОЖНОСТИ СЕКВЕСТРАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В КАЗАХСТАНЕ

**М.К. Каражанова**

Университет Есенова, г. Актау, Казахстан

**А.Г. Гусманова**

Университет Есенова, г. Актау, Казахстан

**Аннотация.** Улавливание и хранение углерода (CCS) является одной из ключевых технологий для борьбы с изменением климата, направленной на значительное сокращение выбросов углекислого газа в атмосферу. В условиях глобального потепления и стремления к снижению углеродного следа, применение этой технологии становится особенно актуальным. В статье подробно рассмотрены перспективы использования CCS в нефтегазовой отрасли Казахстана, которая играет важную роль в экономике страны. В частности, акцент сделан на технико-экономическую целесообразность внедрения этой технологии с учетом специфики казахстанских месторождений и особенностей геологических структур.

Отдельное внимание уделено применению углекислого газа, закачиваемого в пласт, для увеличения нефтеотдачи, что может стать дополнительным преимуществом при использовании в нефтяной отрасли. Этот процесс способен не только снизить выбросы парниковых газов, но и повысить эффективность добычи нефти, что делает его потенциально выгодным для нефтедобывающих компаний.

На основе детального обзора литературы, а также анализа доступных данных, в статье предложены практические рекомендации по внедрению технологий улавливания и хранения углерода в Казахстане. Также представлен анализ потенциала этих технологий для достижения национальных климатических целей и обязательств по Парижскому соглашению. Приводятся прогнозы о влиянии внедрения CCS на снижение выбросов парниковых газов и их влияние на долгосрочное устойчивое развитие нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** глобальное потепление, углекислый газ, технология улавливания углерода, увеличение добычи нефти, месторождения углеводородов.

# POTENTIAL FOR CARBON DIOXIDE SEQUESTRATION AND UTILIZATION IN KAZAKHSTAN

**M.K. Karazhanova**

Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

**A.G. Gusmanova**

Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

**Abstract.** Carbon capture and storage (CCS) is one of the key technologies for combating climate change, aimed at significantly reducing carbon dioxide emissions into the atmosphere. In the context of global warming and the desire to reduce the carbon footprint, the use of this technology is becoming especially relevant. The article examines in detail the prospects for using CCS in the oil and gas industry of Kazakhstan, which plays an important role in the country's economy. In particular, emphasis is placed on the technical and economic feasibility of implementing this technology, taking into account the specifics of Kazakhstan's fields and the features of its geological structures.

Special attention is paid to the use of carbon dioxide injected into reservoirs to enhance oil recovery, which can provide an additional advantage when applied in the oil industry. This process not only reduces greenhouse gas emissions but also increases the efficiency of oil production, making it potentially beneficial for oil companies.

Based on a detailed literature review and analysis of available data, the article offers practical recommendations for the implementation of carbon capture and storage technologies in Kazakhstan. It also presents an analysis of the potential of these technologies to achieve national climate goals and commitments under the Paris Agreement. Forecasts are provided on the impact of CCS implementation in reducing greenhouse gas emissions and its influence on the long-term sustainable development of the oil and gas industry.

**Keywords:** global warming, carbon dioxide, carbon capture technology, increasing oil production, hydrocarbon deposits.